

55  
45  
1-28-02IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the Patent Application of )

Koichiro KISHIMA et al. )

Application No.: To Be Assigned )

Filed: August 21, 2001 )

For: OPTICAL ELEMENT, METHOD FOR )  
PRODUCING THE SAME, AND OPTICAL )  
PICKUP )

Group Art Unit: To Be Assigned

Examiner: To Be Assigned

11040 U.S. PTO  
09/933151  
08/21/01CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

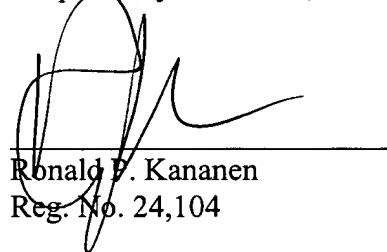
Sir:

The benefit of the filing date of the following prior application filed in the following foreign country is hereby requested and the right of priority provided under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Appl. No. 2000-251240, filed August 22, 2000

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
Ronald P. Kananen  
Reg. No. 24,104

Dated: August 21, 2001

**RADER, FISHMAN & GRAUER P.L.L.C.**  
1233 20<sup>TH</sup> Street, NW  
Suite 501  
Washington, DC 20036  
202-955-3750-Phone  
202-955-3751-Fax  
Customer No. 23353

501P1260 US00

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 8月22日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-251240

出 願 人  
Applicant(s):

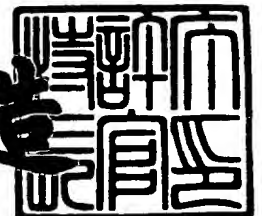
ソニー株式会社



2001年 5月25日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3045234

【書類名】 特許願

【整理番号】 0000596703

【提出日】 平成12年 8月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 3/00  
G11B 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 木島 公一朗

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 河内山 彰

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100094053

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 隆久

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014890

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特 2 0 0 0 - 2 5 1 2 4 0

【包括委任状番号】 9707389

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学素子、光学素子の製造方法および光ピックアップ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学材料からなる基板を有する光学素子であって、  
前記基板は、  
凸レンズの機能を持つ凸部と、  
前記凸部の周囲に位置する平坦部と、  
前記平坦部の周囲に位置する外周部と  
を有し、  
前記外周部での前記基板の厚さは、前記平坦部での前記基板の厚さよりも厚い  
光学素子。

【請求項 2】

前記外周部での前記基板の厚さは、前記凸部での前記基板の厚さよりも厚い  
請求項 1 記載の光学素子。

【請求項 3】

前記外周部の表面は、平坦または略平坦である  
請求項 1 記載の光学素子。

【請求項 4】

前記外周部は、複数の段が形成されており、外側の段での前記基板の厚さは、  
内側の段での前記基板の厚さよりも厚い  
請求項 1 記載の光学素子。

【請求項 5】

光学材料からなる基板上に、第 1 のマスク層と当該第 1 のマスク層を囲む第 2  
のマスク層とを形成する工程と、  
前記第 1 のマスク層を熱処理により凸レンズの形状にする工程と、  
前記第 1 のマスク層の前記凸レンズの形状が前記基板に転写されるように、前  
記基板をエッチングする工程と  
を有する

光学素子の製造方法。

【請求項 6】

前記第 1 および第 2 のマスク層を形成する工程では、前記基板上の感光性材料からなるマスク層をパターンニングすることにより、前記第 1 および第 2 のマスク層を形成する

請求項 5 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 7】

前記第 1 のマスク層を熱処理により凸レンズの形状にする工程において、前記熱処理温度は、前記第 1 のマスク層のガラス転移温度よりも高い

請求項 5 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 8】

前記第 1 のマスク層を熱処理により凸レンズの形状にする工程において、前記熱処理温度は、前記第 1 のマスク層の炭化温度よりも低い

請求項 5 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 9】

前記第 1 のマスク層を熱処理により凸レンズの形状にする工程において、前記熱処理温度は、室温または常温よりも高い

請求項 5 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 10】

前記第 1 および第 2 のマスク層を形成する工程では、開口部を有する前記第 2 のマスク層を形成した後に、前記開口部に前記第 1 のマスク層を形成し、

前記第 2 のマスク層は、耐エッチング性の材料からなる

請求項 5 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 11】

前記第 2 のマスク層は、

耐エッチング性の材料からなる第 3 のマスク層と、

前記基板上の前記第 3 のマスク層を覆うように前記第 3 のマスク層上に積層された第 4 のマスク層と

を有し、

前記第 4 のマスク層は、前記第 1 のマスク層と同じ材料からなる請求項 5 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 1 2】

レーザと、

前記レーザからのレーザ光を光ディスクに集光する光学素子と、

前記光ディスクで反射した前記レーザ光を受光する光検出器と

を有する光ピックアップであって、

前記光学素子は、光学材料からなる基板を有し、

前記基板は、

前記レーザからのレーザ光を前記光ディスクに集光する凸部と、

前記凸部の周囲に位置する平坦部と、

前記平坦部の周囲に位置する外周部と

を有し、

前記外周部での前記基板の厚さは、前記平坦部での前記基板の厚さよりも厚い光ピックアップ。

【請求項 1 3】

前記外周部での前記基板の厚さは、前記凸部での前記基板の厚さよりも厚い

請求項 1 2 記載の光ピックアップ。

【請求項 1 4】

前記外周部の表面は、平坦または略平坦である

請求項 1 2 記載の光ピックアップ。

【請求項 1 5】

前記外周部は、複数の段が形成されており、外側の段での前記基板の厚さは内側の段での前記基板の厚さよりも厚い

請求項 1 2 記載の光ピックアップ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学素子と、光学素子の製造方法と、光学素子を有する光ピックア

ップとに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、光記録媒体の高密度化の要求がある。このため、光ディスク装置に関して、光源の短波長化および再生光学系の高NA (Numerical Aperture) 化の研究開発が行われている。また、データの高転送レート化が望まれている。

【0003】

光源の短波長化および再生光学系の高NA化に関しては、光学スポットのサイズが小さくなることに加えて、焦点深度も浅くなることから、フォーカスサーボのとれ残り量を少なくすることが望まれると共に、光記録媒体におけるデータが記録されている幅（トラック幅）も狭くなるので、トラッキングサーボのとれ残り量を少なくすることが望まれる。

【0004】

また、データの高転送レート化に関しては、フォーカスサーボおよびトラッキングサーボを行うアクチュエータの高帯域化が望まれることとなり、結果的にサーボ特性には、とれ残り量を少なくすることと帯域の向上という2つの特性向上が望まれる。アクチュエータは、アクチュエータの軽量化によりサーボ特性を向上可能である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

図1は、本発明に対比される光学素子を例示する説明図である。

この光学素子10は、光学材料からなる基板14Aを有する。基板14Aは、凸レンズを構成する凸部11と、凸部11の周囲に位置する平坦部12とを有する。

【0006】

光学素子10は、板状の光学材料の表面に形成された円形のマスク層を熱処理して表面張力によりレンズ形状にし、当該レンズ形状が光学材料に転写されるように板状の光学材料をエッチングすることで、形成可能である。

凸部11の外周には、エッチングによる転写時に形成されたトレンチという溝



1 9 が形成されている。溝 1 9 により、凸部 1 1 と平坦部 1 2 との区別が明確化されている。

【 0 0 0 7 】

図 1 の光学素子 1 0 では、凸部 1 1 以外の部分は、エッチングにより削られて薄板状になっている。

この光学素子 1 0 を他の光学素子と組み合わせて使用する場合は、組み合わせる他の光学素子の光路を遮らないようにする必要がある。

【 0 0 0 8 】

図 2 は、図 1 の光学素子 1 0 をレンズホルダにマウントした状態を示す説明図である。

図 2 ( a ) は、光学素子 1 0 の平坦部 1 2 の周縁をレンズホルダ 1 0 A でクランプした場合を示している。

図 2 ( b ) は、光学素子 1 0 の平坦部 1 2 の上面をレンズホルダ 1 0 B でクランプした場合を示している。

【 0 0 0 9 】

図 2 に示すように、図 1 の光学素子 1 0 をレンズホルダ 1 0 A、1 0 B に装着するには、平坦部 1 2 を広くする必要がある。

また、接着時の位置ずれおよび接着剤のはみ出しなどを考慮すると、他の光学素子と組み合わせて使用する場合に限らず、平坦部 1 2 を広くする必要がある。

【 0 0 1 0 】

例えば、凸部 1 1 の凸レンズの有効径（直径）として約  $200\ \mu\text{m}$  程度、凸部 1 1 の凸レンズの曲率半径として約  $150\ \mu\text{m}$  である場合、平坦部 1 2 の厚さ（肉厚）は  $50\ \mu\text{m}$  程度またはそれ以下となる。そして、接着工程における位置合わせ精度の許容値および接着剤のはみ出し量をあわせて約  $500\ \mu\text{m}$  とすると、凸レンズは、厚さが約  $50\ \mu\text{m}$  で長さが約  $500\ \mu\text{m}$  の薄板上に位置することとなる。

このため、図 1 に示すような光学素子についての機械的強度の向上が望まれる。更には、平坦部 1 2 は薄いので、厚さ方向の振動による共振が発生し易くなるため、共振し難い構造とすることが望まれる。

## 【 0 0 1 1 】

本発明の目的は、光学材料からなる基板を有する光学素子であって、機械的強度を向上可能な光学素子と、当該光学素子の製造方法と、当該光学素子を有する光ピックアップとを提供することにある。

## 【 0 0 1 2 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明に係る光学素子は、光学材料からなる基板を有する光学素子であって、前記基板は、凸レンズの機能を持つ凸部と、前記凸部の周囲に位置する平坦部と、前記平坦部の周囲に位置する外周部とを有し、前記外周部での前記基板の厚さは、前記平坦部での前記基板の厚さよりも厚い。

## 【 0 0 1 3 】

本発明に係る光学素子では、好適には、前記外周部での前記基板の厚さは、前記凸部での前記基板の厚さよりも厚い。

本発明に係る光学素子では、好適には、前記外周部の表面は、平坦または略平坦である。

## 【 0 0 1 4 】

本発明に係る光学素子では、好適には、前記外周部は、複数の段が形成されており、外側の段での前記基板の厚さは、内側の段での前記基板の厚さよりも厚い。

## 【 0 0 1 5 】

本発明に係る光学素子の製造方法は、光学材料からなる基板上に、第1のマスク層と当該第1のマスク層を囲む第2のマスク層とを形成する工程と、前記第1のマスク層を熱処理により凸レンズの形状にする工程と、前記第1のマスク層の前記凸レンズの形状が前記基板に転写されるように、前記基板をエッチングする工程とを有する。

## 【 0 0 1 6 】

本発明に係る光学素子の製造方法では、好適には、前記第1および第2のマスク層を形成する工程では、前記基板上の感光性材料からなるマスク層をパターンニングすることにより、前記第1および第2のマスク層を形成する。

## 【 0 0 1 7 】

本発明に係る光学素子の製造方法では、好適には、前記第 1 のマスク層を熱処理により凸レンズの形状にする工程において、前記熱処理温度は、前記第 1 のマスク層のガラス転移温度よりも高い。

## 【 0 0 1 8 】

本発明に係る光学素子の製造方法では、好適には、前記第 1 のマスク層を熱処理により凸レンズの形状にする工程において、前記熱処理温度は、前記第 1 のマスク層の炭化温度よりも低い。

## 【 0 0 1 9 】

本発明に係る光学素子の製造方法では、好適には、前記第 1 のマスク層を熱処理により凸レンズの形状にする工程において、前記熱処理温度は、室温または常温よりも高い。

## 【 0 0 2 0 】

本発明に係る光学素子の製造方法では、好適には、前記第 1 および第 2 のマスク層を形成する工程では、開口部を有する前記第 2 のマスク層を形成した後に、前記開口部に前記第 1 のマスク層を形成し、前記第 2 のマスク層は、耐エッチング性の材料からなる。

## 【 0 0 2 1 】

本発明に係る光学素子の製造方法では、好適には、前記第 2 のマスク層は、耐エッチング性の材料からなる第 3 のマスク層と、前記基板上の前記第 3 のマスク層を覆うように前記第 3 のマスク層上に積層された第 4 のマスク層とを有し、前記第 4 のマスク層は、前記第 1 のマスク層と同じ材料からなる。

## 【 0 0 2 2 】

本発明に係る光ピックアップは、レーザと、前記レーザからのレーザ光を光ディスクに集光する光学素子と、前記光ディスクで反射した前記レーザ光を受光する光検出器とを有する光ピックアップであって、前記光学素子は、光学材料からなる基板を有し、前記基板は、前記レーザからのレーザ光を前記光ディスクに集光する凸部と、前記凸部の周囲に位置する平坦部と、前記平坦部の周囲に位置する外周部とを有し、前記外周部での前記基板の厚さは、前記平坦部での前記基板

の厚さよりも厚い。

【 0 0 2 3 】

本発明に係る光ピックアップでは、好適には、前記外周部での前記基板の厚さは、前記凸部での前記基板の厚さよりも厚い。

本発明に係る光ピックアップでは、好適には、前記外周部の表面は、平坦または略平坦である。

【 0 0 2 4 】

本発明に係る光ピックアップでは、好適には、前記外周部は、複数の段が形成されており、外側の段での前記基板の厚さは内側の段での前記基板の厚さよりも厚い。

【 0 0 2 5 】

光学材料からなる基板は、凸レンズの機能を持つ凸部と、凸部の周囲に位置する平坦部と、平坦部の周囲に位置する外周部とを有する。この外周部での基板の厚さは、平坦部での基板の厚さよりも厚いので、厚さが等しい場合に比べ、基板の機械的強度を向上することができ、光学素子の機械的強度および信頼性を向上可能である。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を、添付図面を参照して説明する。

【 0 0 2 7 】

図 3 は、本発明に係る光学素子の実施の形態を示す説明図である。

この光学素子 2 0 は、光学材料からなる基板 2 4 A を有する。基板 2 4 A は、凸レンズの機能を有する凸部 2 1 と、凸部 2 1 の周囲に位置する平坦部 2 2 と、平坦部 2 2 の周囲に位置する外周部 2 3 とを有する。外周部 2 3 での基板 2 4 A の厚さ（肉厚）は、平坦部 2 2 での基板 2 4 A の厚さ（肉厚）よりも厚く、外周部 2 3 の表面（上面）は平坦である。

【 0 0 2 8 】

この光学素子 2 0 では、凸部 2 1 は小型・軽量であって高精度であると共に、外周部 2 3 が平坦部 2 2 よりも厚いので、薄肉の平坦部 2 2 が少なくなっており

、機械的強度が向上している。更には、薄肉の平坦部 2 2 が少ないので、曲げ強度も向上しており、厚さ方向の振動の共振周波数が高められ、共振し難い構造になっている。

#### 【0 0 2 9】

また、光学素子 2 0 は、外周部 2 3 が厚く形成されているので、機械的強度を維持しつつ、光学素子 2 0 のサイズを大きくすることができる。

これにより、接着剤のはみ出し量の許容値を大きくすることができることからレンズホルダへのマウント工程が容易になると共に、レンズホルダの取り付け部分の径も大きくすることができ、更にその精度も緩和することができるので、光学素子 2 0 をマウントするレンズホルダの精度を緩和可能である。

#### 【0 0 3 0】

##### 光学素子の製造方法の第 1 実施形態

次に、光学素子の製造方法を説明する。

図 4 は、図 3 の光学素子 2 0 の製造工程を示す説明図である。

図 4 (a) では、光学材料からなる基板 2 4 上にマスク層 2 5 が塗布されている。マスク層 2 5 は、例えば感光性材料（またはホトレジスト）からなり、スピコーティング法などにより所定の厚さに塗布されている。マスク層 2 5 の厚さは、一例として約  $25 \mu\text{m}$  とする。

#### 【0 0 3 1】

図 4 (b) では、図 4 (a) の基板 2 4 上のマスク層 2 5 のパターニングにより、第 1 のマスク層 2 6 と、第 2 のマスク層 2 7 とが形成されている。マスク層 2 5 のパターニングは、例えば露光および現像により行う。第 1 のマスク層 2 6 と第 2 のマスク層 2 7 との間隔は、一例として約  $50 \mu\text{m}$  とし、第 1 のマスク層 2 6 の直径は、一例として約  $100 \mu\text{m}$  ～約  $250 \mu\text{m}$  とする。

#### 【0 0 3 2】

図 4 (c) では、図 4 (b) の基板 2 4 (または基板 2 4 上のマスク層 2 6, 2 7) に熱処理を行い、マスク層 2 6, 2 7 の表面積が表面張力等により少なくなるような変形をさせ、なだらかな曲面を有する凸形状に変形させる。

熱処理により、図 4 (b) のマスク層 2 6, 2 7 は、図 4 (c) のマスク層 2

6 A, 2 7 A になっており、マスク層 2 6 A は丸い凸形状（凸レンズ形状）を有する。

#### 【 0 0 3 3 】

図 4（d）では、図 4（c）のマスク層 2 6 A, 2 7 A の形状が基板 2 4 に転写されて基板 2 4 A が形成されており、光学素子 2 0 が形成されている。例えば、リアクティブイオンエッチング（R I E）法などのエッチングにより、マスク層 2 6 A, 2 7 A の形状を基板 2 4 に転写し、光学素子 2 0 を形成する。

凸部 2 1 は、マスク層 2 6 A が転写されて形成されており、平坦部 2 2 は、マスク層 2 6 A, 2 7 A 間の形状が転写されて形成されており、外周部 2 3 は、マスク層 2 7 A の形状が転写されて形成されており、表面が平坦または略平坦になっている。凸部 2 1 の外周には溝 2 9 が形成されており、平坦部 2 2 の外周には溝 2 8 が形成されている。溝 2 8, 2 9 により、凸部 2 1、平坦部 2 2 および外周部 2 3 の区別が明確化されている。

#### 【 0 0 3 4 】

凸部 2 1 を形成するエッチングでは、例えば、N L D（Magnetic Neutral Loop Discharge Plasma）装置という高密度プラズマ源を用いたプラズマエッチング装置により加工を行う。なお、N L D 装置に関しては、H.Tsuboi, M.Itoh, M.Tanabe, T.Hayashi and T.Uchida: Jpn.J.Appl.Phys.34(1995), 2476 を参考にすることができる。

または、I C P（Inductively Coupled Plasma）装置という高密度プラズマ源を用いたプラズマエッチング装置により加工を行う。なお、I C P 装置に関しては、J.Hopwood, Plasma Source, Sci.& Technol.1(1992)109. を参考にすることができ、T.Fukasawa, A.Nakamura, H.Shindo and Y.Horiike: Jpn.J.Appl.Phys.33(1994), 2139 を参考にすることができる。

#### 【 0 0 3 5 】

図 4 に示す製造方法によれば、凸レンズの機能を有する凸部 2 1 を形成すると共に肉厚の外周部 2 3 を形成することができる。また、凸部 2 1 と外周部 2 3 との位置精度は、マスク層 2 5 のパターニングの精度を維持することができるので、高い位置精度で凸部 2 1 と外周部 2 3 とを作製することができる。これにより

、凸部 2 1 の周囲に位置する薄肉の平坦部 2 2 を少なくすることができ、例えば感光性材料の解像度まで狭くすることが可能である。

また、光学素子 2 0 は、平坦部 2 2 の周囲に厚肉の外周部 2 3 が形成されており、図 4 の製造方法を用いることで、ガラスモールド法では作成が困難な形状の光学素子を作成可能である。

#### 【 0 0 3 6 】

図 4 の製造方法では、一例として、マスク層 2 5 は、ガラス転移温度（ $T_g$  点）が約 4 5℃～約 5 5℃の材料を用い、熱処理温度は、約 1 1 0℃～約 1 5 0℃の範囲で行う。

また、第 1 のマスク層 2 6 が熱処理により、光学的になだらかな面が得られる程度に丸く変形させるため、マスク層 2 5 の材料を  $T_g$  点が熱処理温度よりも低い材料としている。

#### 【 0 0 3 7 】

更には、ドライエッチングなどの製法により第 1 のマスク層 2 6 の形状を基板 2 4 に形成する場合には、熱処理後のマスク層 2 6 A, 2 7 A が変質していないことが必要であることから、熱処理温度は、マスク層 2 6 A, 2 7 A が変質しない温度としている。例えば、熱処理温度は、第 1 のマスク層 2 6 の炭化温度よりも低い温度とする。

#### 【 0 0 3 8 】

マスク層 2 6, 2 7 が形成された基板 2 4 の保持状態において、マスク層 2 6, 2 7 が変形すると、プロセスの再現（再現性）が困難となる。また、ドライエッチングプロセス中においてマスク層 2 6, 2 7 が変形するとプロセスの再現が困難となる。

このため、マスク層 2 5 の材料は、 $T_g$  点が保存温度（室温もしくは常温）または加工プロセス温度（室温付近もしくは常温付近）よりも高い材料としている。

#### 【 0 0 3 9 】

一般的に、 $T_g$  点とは、その材料がガラス状態（すなわち決まった構造をとらず、流動が可能な状態）となる境界を示す温度であることから、プロセスの安定

性を考えると、熱処理温度は、 $T_g$  点よりも余裕を持って高い温度であることが望ましい。

すなわち、マスク層 2 6 を熱処理によりその表面積が小さくなるように変形させる（熱処理によりマスク層 2 6 の流動が可能な状態とし、マスク層 2 6 の表面張力によりマスク層 2 6 を変形させる）ためには、熱処理温度は  $T_g$  点よりも数  $10^{\circ}\text{C}$  高いことが望ましい。

#### 【0040】

一例として、熱処理温度を  $T_g$  点よりも  $40^{\circ}\text{C}$  程度以上高い温度とすることにより、例えば 1 時間以内にマスク層 2 6 を丸く変形させることができ、効率良く光学素子 2 0 を製造可能である。

なお、同様の観点から保存温度または加工温度と  $T_g$  点との関係においては、保存温度または加工温度と  $T_g$  点との差は、数  $10^{\circ}\text{C}$  以内としてもよい。

#### 【0041】

#### 光学素子の製造方法の第 2 実施形態

次に、本発明の光学素子の製造方法の第 2 の実施の形態を、図 5 および図 6 を参照して説明する。

図 5 (a) では、光学材料からなる基板 3 4 上に、開口部 3 7 H を有する第 2 のマスク層 3 7 B が形成されている。この第 2 のマスク層 3 7 B は、耐エッチング性の材料からなり、その厚さは一例として約  $0.1\mu\text{m}$  とする。第 2 のマスク層 3 7 B は、例えば、プラチナなどの無機材料により構成してもよく、ハードマスクにより構成してもよい。

#### 【0042】

図 5 (b) では、図 5 (a) の基板 3 4 上にマスク層 3 5 が塗布されている。マスク層 3 5 は、例えば感光性材料（またはホトレジスト）からなり、スピンコーティング法などにより所定の厚さに塗布されている。マスク層 3 5 の厚さは、一例として約  $25\mu\text{m}$  とする

#### 【0043】

図 5 (c) では、図 5 (b) の基板 3 4 上のマスク層 3 5 のパターニングにより、第 1 のマスク層 3 6 が形成されていると共に、第 2 のマスク層 3 7 B が露出



している。マスク層 3 5 のパターンニングは、例えば露光および現像により行う。第 1 のマスク層 3 6 の直径は、一例として約 1 0 0  $\mu$  m ～ 約 2 5 0  $\mu$  m とする。

【 0 0 4 4 】

図 6 ( d ) では、図 5 ( c ) の基板 3 4 ( または基板 3 4 上の第 1 のマスク層 3 6 ) に熱処理を行い、第 1 のマスク層 3 6 の表面積が表面張力で少なくなるような変形をさせ、なだらかな曲面を有する凸形状に変形させる。

熱処理により、図 5 ( c ) のマスク層 3 6 は、図 6 ( d ) のマスク層 3 6 A になっており、マスク層 3 6 A は丸い凸形状 ( 凸レンズ形状 ) を有する。

【 0 0 4 5 】

図 6 ( e ) では、図 6 ( d ) のマスク層 3 6 A の形状が基板 3 4 に転写されて基板 3 4 A が形成されており、光学素子 3 0 が形成されている。

例えば、R I E 法などのエッチングにより、マスク層 3 6 A の形状を基板 3 4 に転写し、光学素子 3 0 を形成する。マスク層 3 7 B は、凸部 3 1 形成用のエッチング時にエッチングされない材料もしくはエッチングされ難い材料またはエッチングレートが小さい材料で構成されている。また、凸部 3 1 形成用のエッチングでは、例えば、N L D 装置または I C P 装置を用いる。

【 0 0 4 6 】

凸部 3 1 は、マスク層 3 6 A が転写されて形成されており、平坦部 3 2 は、マスク層 3 6 A , 3 7 B 間の形状が転写されて形成されており、外周部 3 3 は、マスク層 3 7 B によりマスクされており、エッチングされていない。外周部 3 3 の表面は、平坦または略平坦である。

凸部 3 1 の外周には、溝 3 9 が形成されている。この溝 3 9 により、凸部 3 1 と平坦部 3 2 との区別が明確化されている。

【 0 0 4 7 】

図 5 および図 6 に示す製造方法によれば、凸レンズの機能を有する凸部 3 1 を形成すると共に肉厚の外周部 3 3 を形成することができる。また、凸部 3 1 と外周部 3 3 との位置精度は、マスク層 3 5 のパターンニングの精度を維持することができるので、高い位置精度で凸部 3 1 と外周部 3 3 とを作成することができる。これにより、凸部 3 1 の周囲に位置する薄肉の平坦部 3 2 を少なくすることがで

き、例えば感光性材料の解像度まで狭くすることが可能である。

【 0 0 4 8 】

更には、外周部 3 3 での肉厚を、凸部 3 1 での肉厚よりも大きくすることができ、光学素子 3 0 は、機械的強度をより向上可能であると共に、厚さ方向の振動の共振周波数を高めることができ、共振し難くすることができる。

また、光学素子 3 0 では、平坦部 3 2 の周囲に厚肉の外周部 3 3 が形成されており、図 5 および図 6 の製造方法を用いることで、ガラスモールド法では作成が困難な形状の光学素子を作成可能である。

【 0 0 4 9 】

なお、図 5 ( a ) の第 2 のマスク層 3 7 B は、リフトオフ法などにより形成することができ、この形成工程ではレジストのリムーバなどの使用を伴うので、マスク層 3 5 が感光性材料などの有機材料である場合には、第 2 のマスク層 3 7 B の形成工程をマスク層 3 5 , 3 6 の形成工程よりも前にすることが望ましい。

また、第 2 のマスク層 3 7 B は、図 6 ( e ) の基板 3 4 A の加工工程で加工されないことが望ましいので、図 6 ( e ) の工程としては、イオンミリング法よりも、化学的な反応を利用している R I E 法のほうが好ましい。

【 0 0 5 0 】

図 5 および図 6 の製造方法では、一例として、マスク層 3 5 は、ガラス転移温度 ( T g 点 ) が約 4 5 ℃ ~ 約 5 5 ℃ の材料を用い、熱処理温度は、約 1 1 0 ℃ ~ 約 1 5 0 ℃ の範囲で行う。

また、第 1 のマスク層 3 6 が熱処理により、光学的になだらかな面が得られる程度に丸く変形させるため、マスク層 3 5 の材料は T g 点が熱処理温度よりも低い材料としている。

【 0 0 5 1 】

更には、ドライエッチングなどの製法により第 1 のマスク層 3 6 の形状を基板 3 4 に形成する場合には、熱処理後のマスク層 3 6 A が変質していないことが必要であることから、熱処理温度は、マスク層 3 6 A が変質しない温度としている。例えば、熱処理温度は、第 1 のマスク層 3 6 の炭化温度よりも低い温度とする。

## 【 0 0 5 2 】

マスク層 3 6, 3 7 B が形成された基板 3 4 の保持状態において、マスク層 3 6 が変形すると、プロセスの再現（再現性）が困難となる。また、ドライエッチングプロセス中においてマスク層 3 6, 3 7 A が変形するとプロセスの再現が困難となる。

このため、マスク層 3 5 の材料は、T g 点が保存温度（室温もしくは常温）または加工プロセス温度（室温付近もしくは常温付近）よりも高い材料としている。

## 【 0 0 5 3 】

プロセスの安定性の観点から、熱処理温度は、T g 点よりも余裕を持って高い温度であることが望ましい。

すなわち、マスク層 3 6 を熱処理によりその表面積が小さくなるように変形させる（熱処理によりマスク層 3 6 の流動が可能な状態とし、マスク層 3 6 の表面張力によりマスク層 3 6 を変形させる）ためには、熱処理温度は T g 点よりも数 1 0 °C 高いことが望ましい。

## 【 0 0 5 4 】

一例として、熱処理温度を T g 点よりも 4 0 °C 程度以上高い温度とすることにより、例えば 1 時間以内にマスク層 3 6 を丸く変形させることができ、効率良く光学素子 3 0 を製造可能である。

なお、同様の観点から保存温度または加工温度と T g 点との関係においては、保存温度または加工温度と T g 点との差は、数 1 0 °C 以内としてもよい。

## 【 0 0 5 5 】

光学素子の製造方法の第 3 実施形態

次に、本発明の光学素子の製造方法の第 3 の実施の形態を、図 7 および図 8 を参照して説明する。

図 7 ( a ) では、光学材料からなる基板 4 4 上に、開口部 4 7 H を有する第 3 のマスク層 4 7 B が形成されている。この第 3 のマスク層 4 7 B は、耐エッチング性の材料からなり、その厚さ是一例として約 0 . 1  $\mu$  m とする。第 3 のマスク層 4 7 B は、例えば、プラチナなどの無機材料により構成してもよく、ハードマ

スクにより構成してもよい。

#### 【 0 0 5 6 】

図 7 ( b ) では、図 7 ( a ) の基板 4 4 上にマスク層 4 5 が塗布されている。マスク層 4 5 は、例えば感光性材料（またはホトレジスト）からなり、スピンコーティング法などにより所定の厚さに塗布されている。マスク層 4 5 の厚さは、一例として約  $25\ \mu\text{m}$  とする。なお、マスク層 4 5 は、上記マスク層 3 5 と同一の材料とする。

#### 【 0 0 5 7 】

図 7 ( c ) では、図 7 ( b ) の基板 4 4 上のマスク層 4 5 のパターニングにより、第 1 のマスク層 4 6 および第 2 のマスク層 4 7 C が形成されている。

第 2 のマスク層 4 7 C は、第 3 のマスク層 4 7 B と、この第 3 のマスク層 4 7 B を覆うように積層された第 4 のマスク層 4 7 とを有する。

第 4 のマスク層 4 7 は、第 3 のマスク層 4 7 B よりもマスク層 4 6 に近い配置となっている。マスク層 4 5 のパターニングは、例えば露光および現像により行う。第 1 のマスク層 4 6 と第 2 のマスク層 4 7 C との間隔は、一例として約  $50\ \mu\text{m}$  とし、第 1 のマスク層 4 6 の直径は、一例として約  $100\ \mu\text{m}$  ～約  $250\ \mu\text{m}$  とする。

#### 【 0 0 5 8 】

図 8 ( d ) では、図 7 ( c ) の基板 4 4 （または基板 4 4 上の第 1 および第 2 のマスク層 4 6, 4 7 C）に熱処理を行い、マスク層 4 6 の表面積が表面張力で少なくなるような変形をさせ、なだらかな曲面を有する凸形状に変形させる。

熱処理により、図 7 ( c ) のマスク層 4 6, 4 7 は、図 8 ( d ) のマスク層 4 6 A, 4 7 A になっており、マスク層 4 6 A は丸い凸形状（凸レンズ形状）を有する。

#### 【 0 0 5 9 】

図 8 ( e ) では、図 8 ( d ) のマスク層 4 6 A, 4 7 A の形状が基板 4 4 に転写されて基板 4 4 A が形成されており、光学素子 4 0 が形成されている。例えば、RIE 法などのエッチングにより、マスク層 4 6 A, 4 7 A の形状を基板 4 4 に転写し、光学素子 4 0 を形成する。マスク層 4 7 B は、凸部 4 1 形成用のエッ

チング時にエッチングされない材料もしくはエッチングされ難い材料またはエッチングレートが小さい材料で構成されている。また、凸部 4 1 形成用のエッチングでは、例えば、NLD 装置または ICP 装置を用いる。

#### 【0060】

凸部 4 1 は、マスク層 4 6 A が転写されて形成されており、平坦部 4 2 は、マスク層 4 6 A、4 7 A 間の形状が転写されて形成されている。

外周部 4 3 は、内側の第 1 の外周部 4 3 A と、外側の第 2 の外周部 4 3 B とを有し、第 1 の外周部 4 3 A の肉厚は第 2 の外周部 4 3 B の肉厚よりも小さく、段（2 段）を形成している。また、第 2 の外周部 4 3 B は、マスク層 4 7 B によりマスクされており、エッチングされていない。第 1 および第 2 の外周部 4 3 A、4 3 B の表面は、平坦または略平坦である。凸部 4 1 の外周には溝 4 9 が形成されており、平坦部 4 2 の外周には溝 4 8 が形成されている。溝 4 8、4 9 により、凸部 4 1、平坦部 4 2 および外周部 4 3 の区別が明確化されている。

#### 【0061】

図 7 および図 8 に示す製造方法によれば、凸レンズの機能を有する凸部 4 1 を形成すると共に肉厚の外周部 4 3 を形成することができる。また、凸部 4 1 と外周部 4 3 との位置精度は、マスク層 4 5 のパターニングの精度を維持することができるので、高い位置精度で凸部 4 1 と外周部 4 3 とを作成することができる。これにより、凸部 4 1 の周囲に位置する薄肉の平坦部 4 2 を少なくすることができ、例えば感光性材料の解像度まで狭くすることが可能である。

更には、外周部 4 3（第 2 の外周部 4 3 B）を、凸部 4 1 よりも肉厚にすることができるので、光学素子 4 0 の機械的強度をより向上可能であると共に、厚さ方向の振動の共振周波数を高めることができ、共振し難い構造にすることができる。

#### 【0062】

図 8（e）の光学素子 4 0 は、凸部 4 1 に近い第 1 の外周部 4 3 A が第 2 の外周部 4 3 B よりも薄肉になっているので、光路を遮り難い構造となっており、いわゆるけられを防止可能な構造となっている。

また、このような構造により、図 6（e）の光学素子 3 0 と比べ、外周部を凸

部の近くまで形成でき、機械的強度および共振周波数をいっそう向上可能である。

また、光学素子 4 0 では、平坦部 4 2 の周囲に厚肉部 4 3 が形成されており、図 7 および図 8 の製造方法を用いることで、ガラスモールド法では作成が困難な形状の光学素子を作成可能である。

#### 【 0 0 6 3 】

##### 光ピックアップ

図 9 は、本発明に係る光学素子を有する光ピックアップの第 1 の実施の形態を示す構成図である。

この光ピックアップ 1 は、半導体レーザ 4 と、コリメータレンズ 5 と、ビームスプリッタ 3 と、 $1/4$  波長板 ( $\lambda/4$  板) 9 と、集光レンズ 6 と、光検出器 8 と、光学素子 2 0 とを有する。この光学素子 2 0 は、アームに取り付けられたスライダとしてもよく、2 軸アクチュエータによりフォーカス方向およびトラッキング方向に移動する構成としてもよい。

#### 【 0 0 6 4 】

半導体レーザ 4 は、駆動信号 S L に基づいて直線偏光のレーザ光を出力し、出力レーザ光をコリメータレンズ 5 に供給する。

コリメータレンズ 5 は、半導体レーザ 4 からのレーザ光を平行光にしてビームスプリッタ 3 に供給する。

ビームスプリッタ 3 は、コリメータレンズ 5 からのレーザ光を透過して  $1/4$  波長板 9 を介して光学素子 2 0 の凸部 2 1 に供給する。

光学素子 2 0 の凸部 2 1 は、対物レンズの機能を有し、ビームスプリッタ 3 からのレーザ光を集光して光ディスク 8 0 のトラックに供給する。このようにして、半導体レーザ 4 からのレーザ光は、光ディスク 8 0 の記録面に集光される。

#### 【 0 0 6 5 】

また、光学素子 2 0 は、光ディスク 8 0 で反射したレーザ光を、 $1/4$  波長板 9 を介してビームスプリッタ 3 に戻す。

ビームスプリッタ 3 は、光学素子 2 0 からのレーザ光が入射され、入射されたレーザ光を反射して集光レンズ 6 に供給する。

集光レンズ 6 は、ビームスプリッタ 3 からのレーザ光を集光して光検出器 8 に供給する。

光検出器 8 は、集光レンズ 6 からのレーザ光を受光部で受光して出力信号 S A を生成する。光検出器 8 は、例えば 4 分割光検出器により構成する。

#### 【 0 0 6 6 】

図 9 の光ピックアップ 1 では、光学素子 2 0 を用いることにより、図 1 の光学素子 1 0 を用いた光ピックアップに比べて共振周波数を向上することができ、これにより高転送レートのデータの記録および／または再生が可能となる。また、光学素子 2 0 を用いることにより、光ピックアップの機械的強度および信頼性を向上可能である。

#### 【 0 0 6 7 】

図 1 0 は、本発明に係る光学素子を有する光ピックアップの第 2 の実施の形態を示す構成図である。

この光ピックアップ 1 A は、半導体レーザ 4 と、コリメータレンズ 5 と、ビームスプリッタ 3 と、 $1/4$  波長板 ( $\lambda/4$  板) 9 と、集光レンズ 6 と、光検出器 8 と、光学素子 3 0 とを有する。この光学素子 3 0 は、アームに取り付けられたスライダとしてもよく、2 軸アクチュエータによりフォーカス方向およびトラッキング方向に移動する構成としてもよい。

#### 【 0 0 6 8 】

半導体レーザ 4 は、駆動信号 S L に基づいて直線偏光のレーザ光を出力し、出力レーザ光をコリメータレンズ 5 に供給する。

コリメータレンズ 5 は、半導体レーザ 4 からのレーザ光を平行光にしてビームスプリッタ 3 に供給する。

ビームスプリッタ 3 は、コリメータレンズ 5 からのレーザ光を透過して  $1/4$  波長板 9 を介して光学素子 3 0 の凸部 3 1 に供給する。

光学素子 3 0 の凸部 3 1 は、対物レンズの機能を有し、ビームスプリッタ 3 からのレーザ光を集光して光ディスク 8 0 のトラックに供給する。このようにして、半導体レーザ 4 からのレーザ光は、光ディスク 8 0 の記録面に集光される。

#### 【 0 0 6 9 】

また、光学素子 3 0 は、光ディスク 8 0 で反射したレーザ光を、1 / 4 波長板 9 を介してビームスプリッタ 3 に戻す。

ビームスプリッタ 3 は、光学素子 3 0 からのレーザ光が入射され、入射されたレーザ光を反射して集光レンズ 6 に供給する。

集光レンズ 6 は、ビームスプリッタ 3 からのレーザ光を集光して光検出器 8 に供給する。

光検出器 8 は、集光レンズ 6 からのレーザ光を受光部で受光して出力信号 S A を生成する。光検出器 8 は、例えば 4 分割光検出器により構成する。

#### 【 0 0 7 0 】

図 1 0 の光ピックアップ 1 A では、光学素子 3 0 を用いることにより、図 1 の光学素子 1 0 を用いた光ピックアップに比べて共振周波数を向上することができ、これにより高転送レートのデータの記録および / または再生が可能となる。また、光学素子 3 0 を用いることにより、光ピックアップの機械的強度および信頼性を向上可能である。

#### 【 0 0 7 1 】

図 1 1 は、本発明に係る光学素子を有する光ピックアップの第 3 の実施の形態を示す構成図である。

この光ピックアップ 1 B は、半導体レーザ 4 と、コリメータレンズ 5 と、ビームスプリッタ 3 と、1 / 4 波長板 (  $\lambda / 4$  板 ) 9 と、集光レンズ 6 と、光検出器 8 と、光学素子 4 0 とを有する。この光学素子 4 0 は、アームに取り付けられたスライダとしてもよく、2 軸アクチュエータによりフォーカス方向およびトラッキング方向に移動する構成としてもよい。

#### 【 0 0 7 2 】

半導体レーザ 4 は、駆動信号 S L に基づいて直線偏光のレーザ光を出力し、出力レーザ光をコリメータレンズ 5 に供給する。

コリメータレンズ 5 は、半導体レーザ 4 からのレーザ光を平行光にしてビームスプリッタ 3 に供給する。

ビームスプリッタ 3 は、コリメータレンズ 5 からのレーザ光を透過して 1 / 4 波長板 9 を介して光学素子 4 0 の凸部 4 1 に供給する。



光学素子 4 0 の凸部 4 1 は、対物レンズの機能を有し、ビームスプリッタ 3 からのレーザ光を集光して光ディスク 8 0 のトラックに供給する。このようにして、半導体レーザ 4 からのレーザ光は、光ディスク 8 0 の記録面に集光される。

【 0 0 7 3 】

また、光学素子 4 0 は、光ディスク 8 0 で反射したレーザ光を、1 / 4 波長板 9 を介してビームスプリッタ 3 に戻す。

ビームスプリッタ 3 は、光学素子 4 0 からのレーザ光が入射され、入射されたレーザ光を反射して集光レンズ 6 に供給する。

集光レンズ 6 は、ビームスプリッタ 3 からのレーザ光を集光して光検出器 8 に供給する。

光検出器 8 は、集光レンズ 6 からのレーザ光を受光部で受光して出力信号 S A を生成する。光検出器 8 は、例えば 4 分割光検出器により構成する。

【 0 0 7 4 】

図 1 1 の光ピックアップ 1 B では、光学素子 4 0 を用いることにより、図 1 の光学素子 1 0 を用いた光ピックアップに比べて共振周波数を向上することができ、これにより高転送レートのデータの記録および／または再生が可能となる。また、光学素子 4 0 を用いることにより、光ピックアップの機械的強度および信頼性を向上可能である。

【 0 0 7 5 】

なお、上記実施の形態は本発明の例示であり、本発明は上記実施の形態に限定されない。

【 0 0 7 6 】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明の光学素子は、外周部が厚く形成されているために、外周部よりも薄い平坦部を少なくすることができ、機械的強度を増すことができる。また、薄肉の平坦部の減少により曲げ強度も増しており、厚さ方向の共振周波数は高められ、共振し難い構造にすることができる。

【 0 0 7 7 】

更に、本発明の光学素子は、薄肉の平坦部の減少により、光学素子のサイズを

大きくすることができる。これにより、接着剤のはみ出し量の許容値を大きくすることが可能となることからレンズホルダへのマウント工程が容易になると共に、レンズホルダに形成される取り付け部分の径も大きくすることができ、その精度も緩和できるので、この光学素子をマウントするレンズホルダの精度を緩和可能である。

【 0 0 7 8 】

本発明の光学素子の製造方法によれば、凸部を形成する場合に、工程を増すことなく又は殆んど増すことなく、肉厚の外周部を形成することができる。また、凸部と外周部との位置精度は、マスク層のパターニングの位置精度を維持することができるので、高精度に作製することができ、凸部の外周の平坦部を少なくすることができ、例えばマスク層の材料の解像度程度まで狭くすることが可能である。

【 0 0 7 9 】

更に、本発明の光学素子の製造方法によれば、外周部のマスク層の材料として耐エッチング性の材料を用いることにより、外周部を凸部よりも厚くすることができ、機械的強度および共振周波数をより向上可能である。

【 0 0 8 0 】

また、外周部のマスク層として積層構造のマスク層を用いることにより、厚肉の外周部が多段構造の光学素子を作成することができ、外周部が光路を遮り難い構造にすることができるので、厚肉の外周部を凸部の近くまで形成でき、機械的強度および共振周波数をいっそう向上可能である。

【 0 0 8 1 】

また、本発明に係る光ピックアップによれば、上記本発明に係る光学素子を有する光ピックアップを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に対比される光学素子を例示する説明図である。

【図 2】

図 1 の光学素子をレンズホルダにマウントした状態を示す説明図である。

【図 3】

本発明に係る光学素子の実施の形態を示す説明図である。

【図 4】

図 3 の光学素子を製造する製造方法を示す説明図である。

【図 5】

本発明の光学素子の製造方法の第 2 の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図 6】

図 5 に続いて、本発明の光学素子の製造方法の第 2 の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図 7】

本発明の光学素子の製造方法の第 3 の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図 8】

図 7 に続いて、本発明の光学素子の製造方法の第 3 の実施の形態を示す概略的な説明図である。

【図 9】

本発明に係る光学素子を有する光ピックアップの第 1 の実施の形態を示す構成図である。

【図 1 0】

本発明に係る光学素子を有する光ピックアップの第 2 の実施の形態を示す構成図である。

【図 1 1】

本発明に係る光学素子を有する光ピックアップの第 3 の実施の形態を示す構成図である。

【符号の説明】

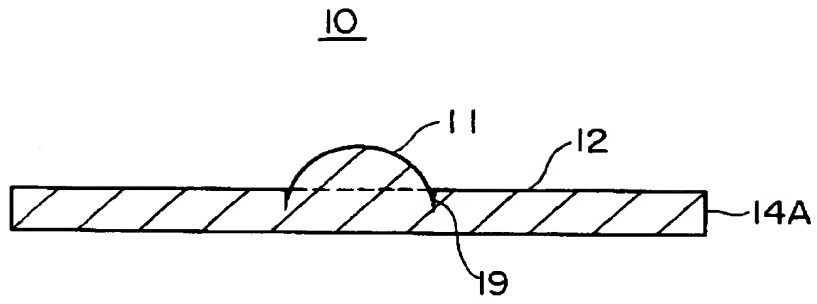
1, 1 A, 1 B…光ピックアップ、3…ビームスプリッタ、4…半導体レーザ、5…コリメータレンズ、6…集光レンズ、8…光検出器、9…1/4 波長板、1 0, 2 0, 3 0, 4 0…光学素子、1 0 A, 1 0 B…レンズホルダ、1 1, 2

1, 3 1, 4 1…凸部、1 2, 2 2, 3 2, 4 2…平坦部、1 3, 2 3, 3 3, 4 3…外周部、1 9, 2 8, 2 9…溝、2 4, 2 4 A, 3 4, 3 4 A, 4 4, 4 4 A…基板、2 5, 3 5…マスク層、2 6, 3 6, 4 6…第 1 のマスク層、2 7, 3 7 B, 4 7 C…第 2 のマスク層、3 7 H, 4 7 H…開口部、4 3 A…第 1 の外周部、4 3 B…第 2 の外周部、4 7…第 4 のマスク層、4 7 B…第 3 のマスク層、8 0…光ディスク。

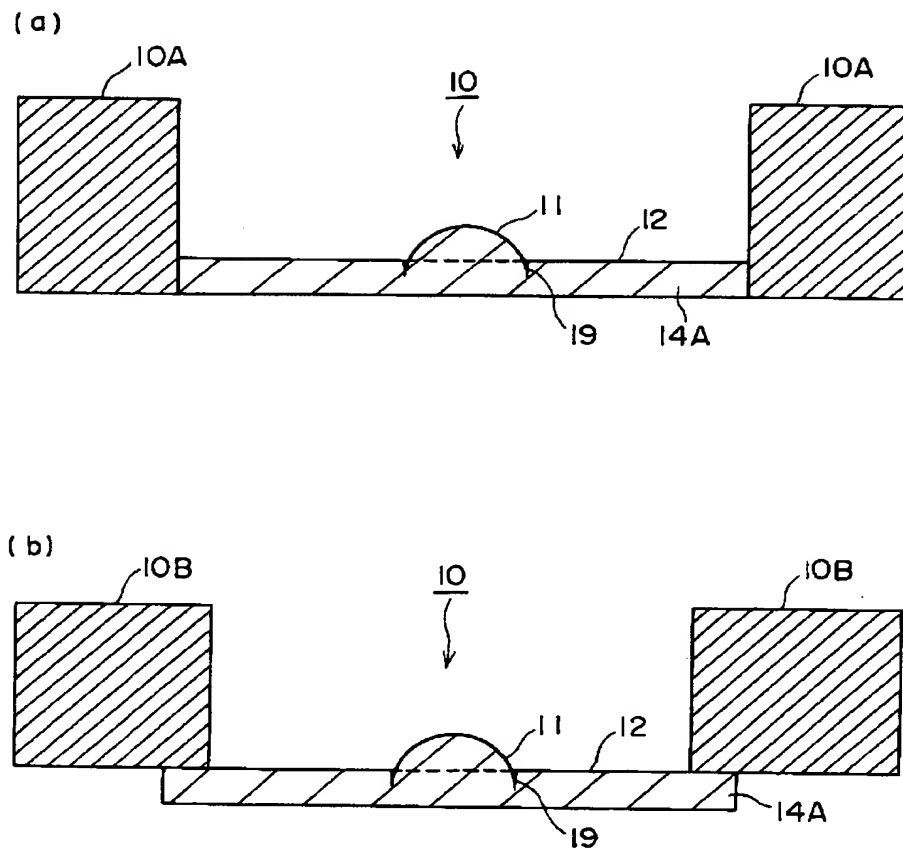
【書類名】

図面

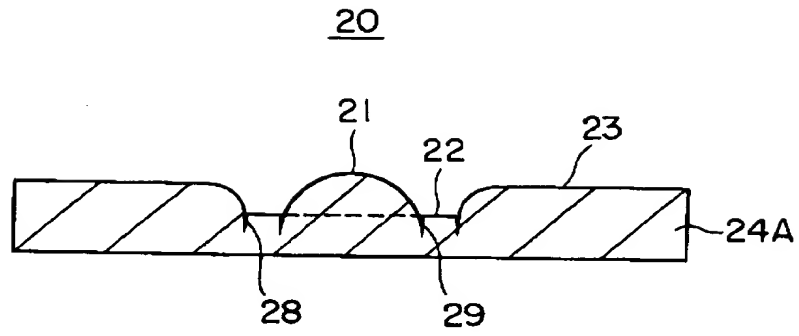
【図 1】



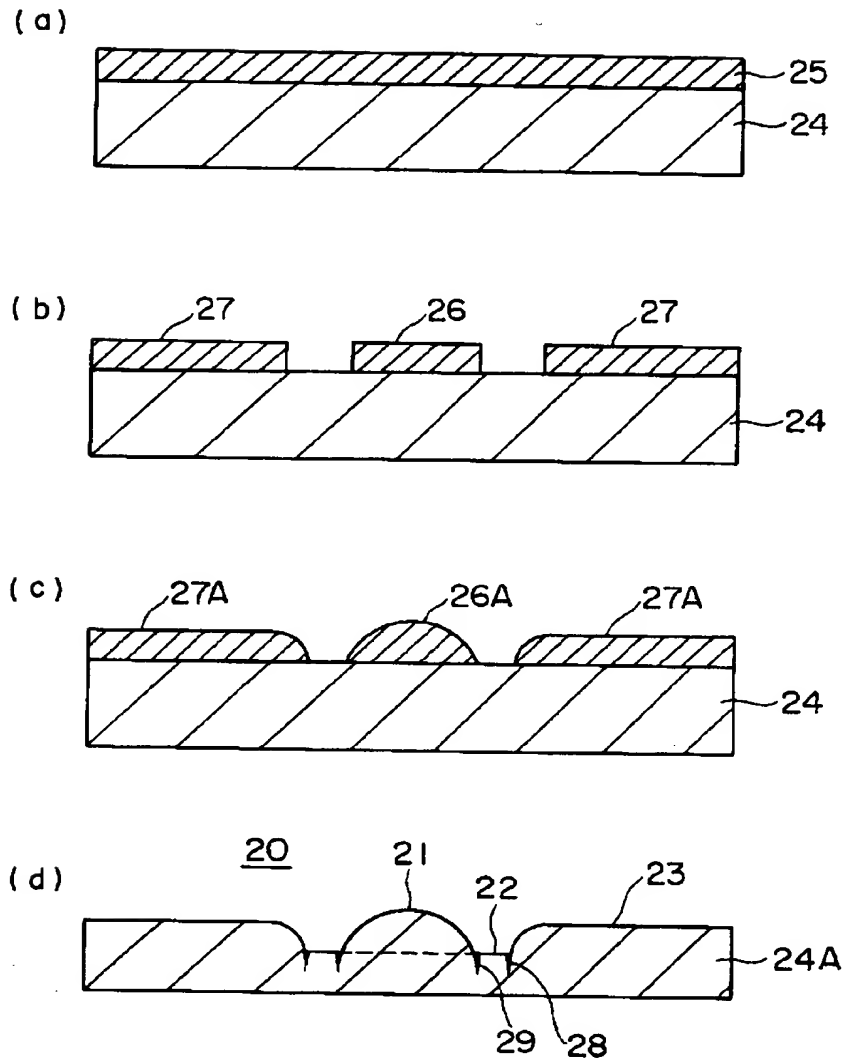
【図 2】



【図 3】

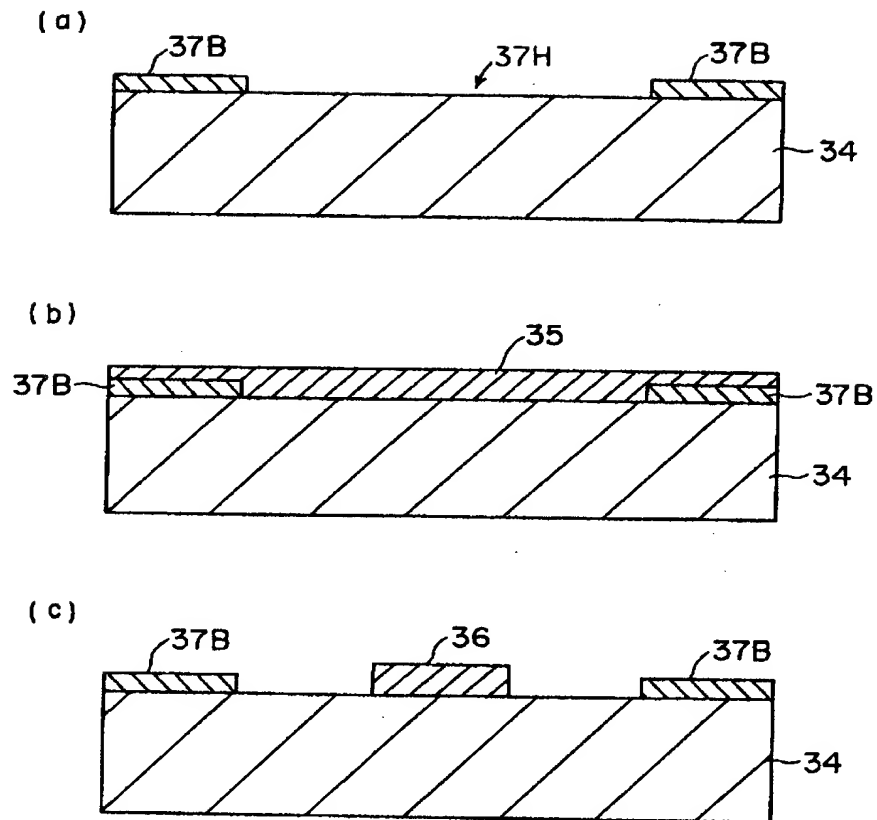


【図 4】

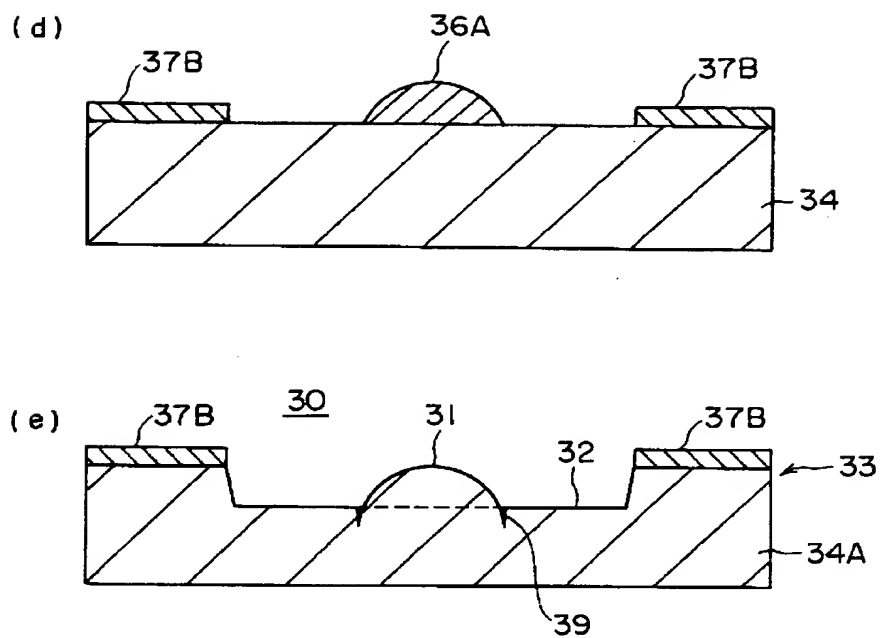




【図 5】

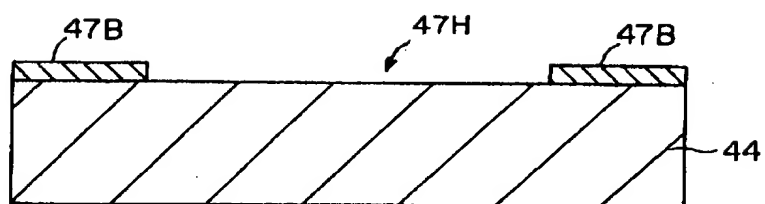


【図 6】

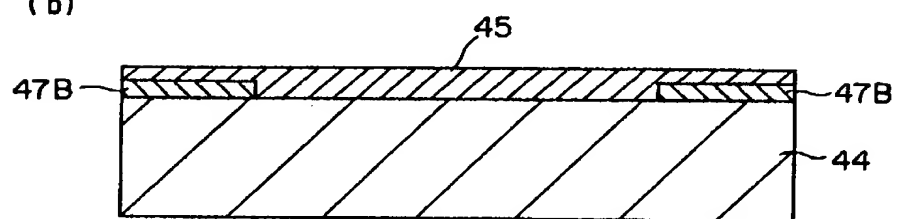


【図 7】

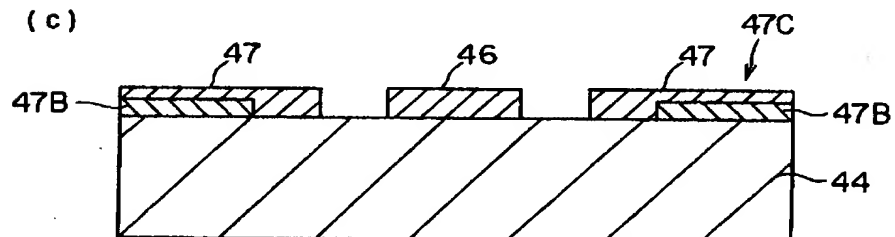
(a)



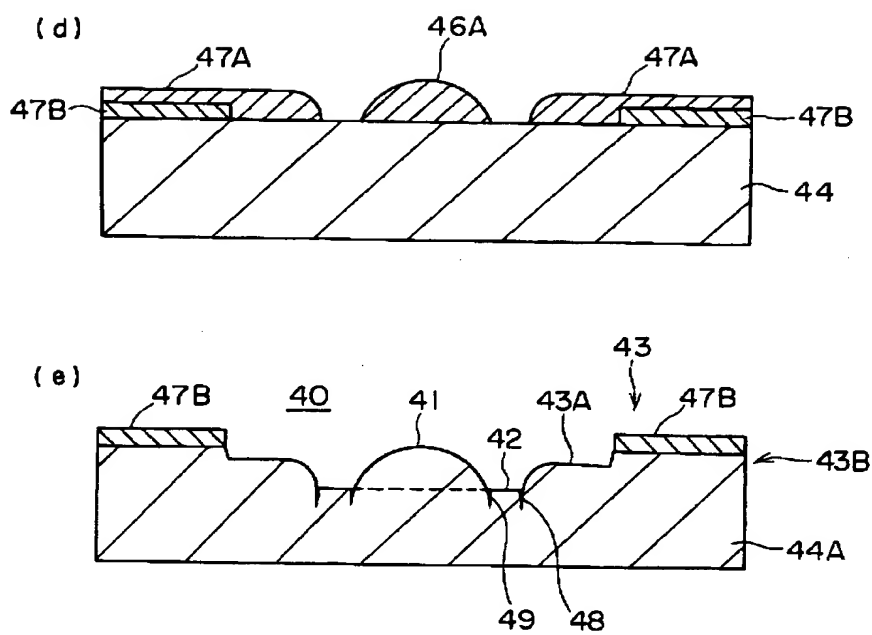
(b)



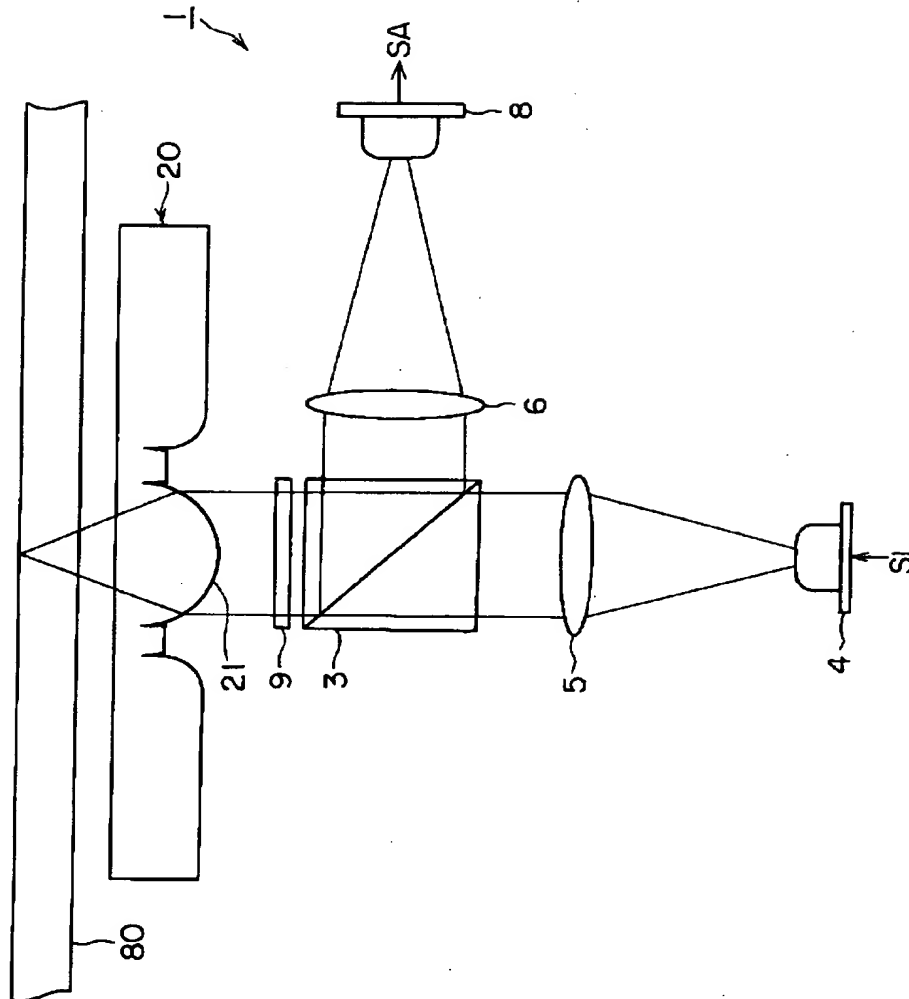
(c)



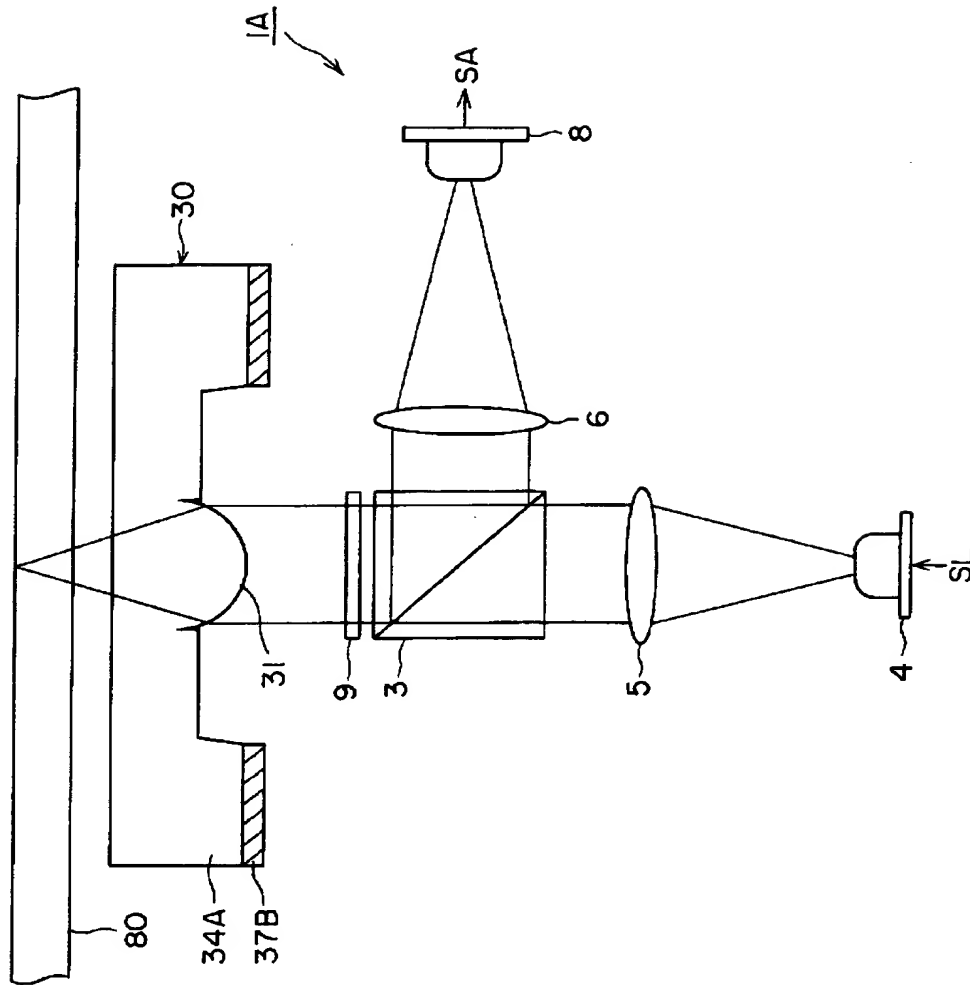
【図 8】



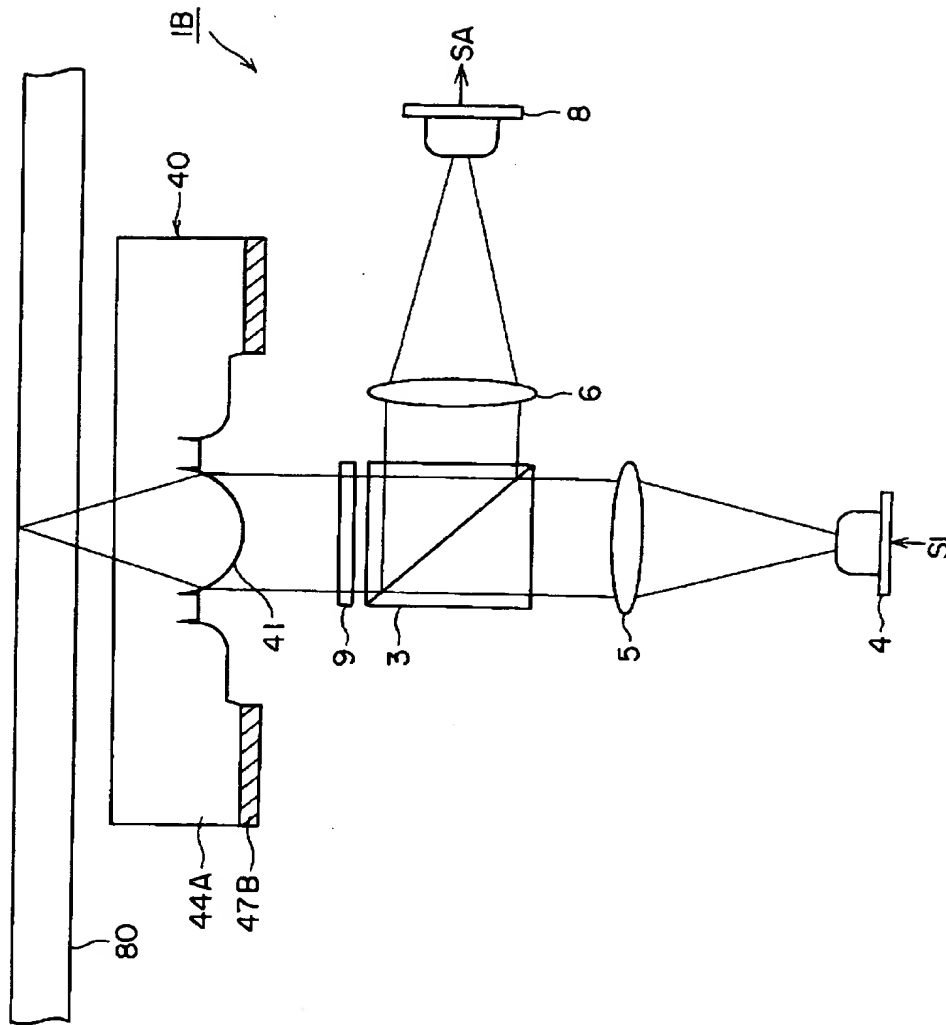
【図 9】



【図 10】



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光学材料からなる基板を有する光学素子であって、機械的強度を向上可能な光学素子を提供する。

【解決手段】 光学素子 2 0 は、光学材料からなる基板 2 4 A を有する。基板 2 4 A は、凸レンズの機能を持つ凸部 2 1 と、凸部 2 1 の周囲に位置する平坦部 2 2 と、平坦部 2 2 の周囲に位置する外周部 2 3 とを有する。外周部 2 3 での基板 2 4 A の厚さは、平坦部 2 2 での基板 2 4 A の厚さよりも厚い。

【選択図】 図 3



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名	ソニー株式会社